

瀑布沟水电站 5 号机组筒形阀导向条安装与焊接控制

杨 飞,王铭辉

(中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 介绍瀑布沟水电站 5 号机组圆筒阀导向条的结构形式和安装方式,重点讲述导向条(硅青铜导向条与钢材)的焊接控制,在焊接过程中选用不同的焊接材料和焊接方式,控制和解决了导向条焊接时出现的裂纹、气孔和夹渣问题,确保了筒形阀导向条安装的质量要求。通过解决异种材料焊接出现的质量问题,总结出一套简捷实用的焊接控制方法,并对硅青铜导向条与钢材焊接提出一些合理的改良方案。

关键词 圆筒阀;导向条安装;导向条焊接;改良方案;瀑布沟水电站

中图分类号 TV732.7 **文献标识码** B **文章编号** 1006-764X(2011)S2-0022-03

瀑布沟水电站 5 号机组圆筒阀由亚洲通用水电股份有限公司提供,发电机单机额定装机容量为 600 MW,在水轮机活动导叶与固定导叶之间布置 1 个近距离能快速关闭水流的圆筒阀,其外径为 8 935 mm,高为 1 475.5 mm,阀体总质量为 51.18 t。在座环 24 个固定导叶上均布 12 根导向条,导向条材质为硅青铜,单根导向条总高 1 800 mm、宽 65 mm、厚 20 mm。当筒阀与固定导叶之间的间隙数据测定后,首先对导向条进行配刨(加工后的最终量为 10 ~ 8 mm),筒型阀与导向条之间留有 1 ~ 1.2 mm 的间隙,其次将配刨后的导向条安装在座环固定导叶上,最后再将导向条与固定导叶焊为一体组成整圆,在圆筒阀动作时防止筒体摆动和起导向作用。导向条的安装、焊接为圆筒阀可靠运行的另一重要保证,安装质量的好坏直接影响筒阀的使用要求。

1 导向条的结构布置

1.1 圆筒阀的结构形式

圆筒阀外形尺寸如下:最大外径为 9 348 mm,高度为 1 475.5 mm,阀体总质量为 51.18 t。其结构形式如图 1 所示。

1.2 导向条布置及工作原理

按设计原理,在顶盖上面均布 6 个接力器,作为提升圆筒阀的导向部件,导向条布置在固定导出水边,在圆筒阀动作时起固定导向的作用,并保证筒阀在一个固定的圆环区域(1 ~ 1.2 mm 间隙)内上下动

作快速截断水流,更有效地保证圆筒阀在提升过程中不出现卡阻现象。见图 2。

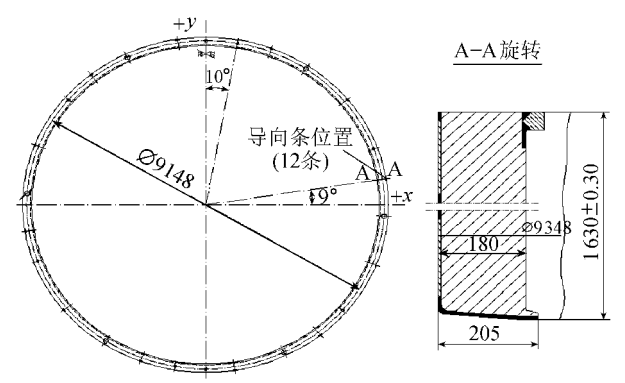


图 1 圆筒阀的结构形式(单位:mm)

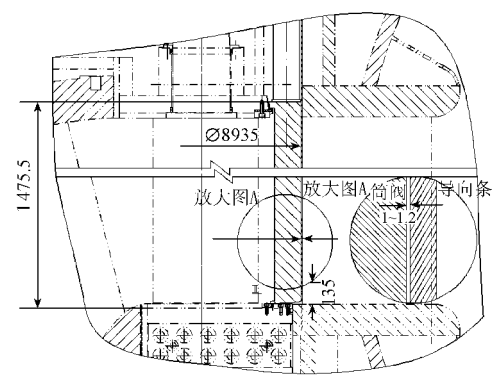


图 2 导向条布置示意图(单位:mm)

1.3 导向条的布置形式

座环分布 24 个固定导叶,每隔 1 个固定导叶布置 1 根导向条,共计 12 根。单根导向条的布置形式

如图 3 所示。

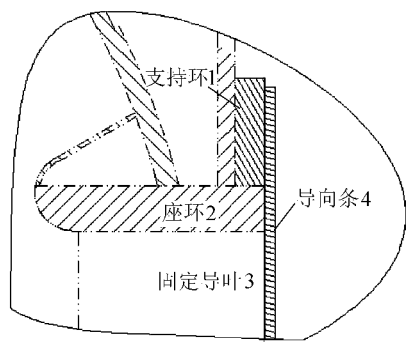


图 3 单根导向条的布置形式

2 导向条的安装

2.1 安装前的准备

根据厂家提供的安装工艺,首先对导向条安装的位置即固定导叶的出水边进行现场手工打磨,用样板工具进行检测、复测,以座环上面的固定部分为基准(见图 3 支持环 1 内表面),按 0.05 mm/m 的垂直度进行打磨。然后根据圆筒阀的外径、支持环 1 的实际尺寸计算导向条的配刨量,对导向条进行配刨,并留有 0.50~1 mm 的打磨调节量。

2.2 导向条焊接前的固定方法

对配刨后的导向条进行对号安装,自制专用夹具,每 150 mm 为一个间距将导向条固定在固定导叶上,并进行分段点焊。

3 导向条的焊接

3.1 焊接主要工艺参数及步骤(厂家工艺)

焊接材料采用 $\varnothing 3.2$ mm 及 $\varnothing 4.0$ mm 的 E CuAl-A2 铜焊条,焊接工艺按 WPS W00-28 进行,焊接工艺参数见表 1。

表 1 焊接工艺参数

焊丝直径/mm	电压/V	平、横焊 电流/A	立焊 电流/A	仰焊 电流/A	焊接速度/ ($\text{cm}\cdot\text{min}^{-1}$)
3.2	20~28	90~150	80~130	80~130	15~23
4.0	23~25	140~200	120~180	120~160	15~26

焊接步骤如下:①对安置有导向条的固定导叶出水边进行流道线型过度堆焊,对待焊区 100 mm 范围内局部预热 1 200℃。分段跳焊,多层多道,焊接完后做 PT 检查。②进行过渡焊,过渡接完成后进行塞孔的焊接(每根导向条均布 10 个 $\varnothing 24$ mm 的塞焊孔)塞焊孔的焊接按工艺要求从中间开始,上、下错牙进行塞焊。③塞焊完成后进行导向条的焊接,从中间开始,分段跳焊,分段长度为 350 mm。④每一导向条由 1~2 名焊工从导向条的中部向上、下两端分段施焊,每段长度不大于 350 mm。

3.2 焊接过程中出现的问题及分析

焊接过程中出现如下问题:①按厂家设计的焊接工艺施焊,待焊部位预热 1 200℃时焊接,在靠近导向条侧熔合线位置(正面)出现裂纹(此时背面未出现裂纹),焊接一段就裂一段,裂纹深度不一。②当第 2 次对裂纹进行补焊时(正面的)背面也出现裂纹。③由于 E CuAl-A2 铝青铜焊条在立焊位置操作工艺性能差、成形差,导致气孔、夹渣等缺陷多。

从导向条加热前、后焊缝处始终出现不同程度的裂纹气孔、焊接不能满足厂家要求的实际情况进行分析:①导向条在布置、结构上存在一定的不合理性。该导向条由整根(1.8 m)构成,焊接时应力较大并且集中,应力不易释放。②对于硅青铜与钢材立焊焊接前预热的工艺存在一定的不合理性。从实践情况可以看出,如果采取小电流、小面积焊接,在焊接温度较低的情况下出现的裂纹会更小、更少。③焊条的选取存在一定的不合理性。从国内有色金属异种材质的焊接要求来看,该类焊条主要实用于平焊,而立焊不宜选取,因在焊接过程中很难控制电流和起弧,容易造成起弧处出现气孔与夹渣,对于出现的夹渣和气孔的补焊更困难,采取焊丝有利于减小和控制上述问题。④设计焊角和过渡量偏大。由于筒阀直径较大,需要对固定导叶进行打磨,打磨后导向条需要过渡的宽度增加,设计图纸要求 34 mm(实际过渡宽度达到 50~70 mm),焊角高度设计要求的 15 mm(实际高达 36 mm),焊缝处的温度偏高、过渡量较大是造成裂纹、夹渣较多的另一因素。焊缝的具体情况见图 4。⑤局部加热很难控制。因为导向条为整根,铜是热的良导体,容易传热,而且铜的膨胀系数大约是钢的 3 倍以上,当铜的温度达到了,钢材的温度不一定能达到,这样造成异种材质的温差,也是出现裂纹另一因素。

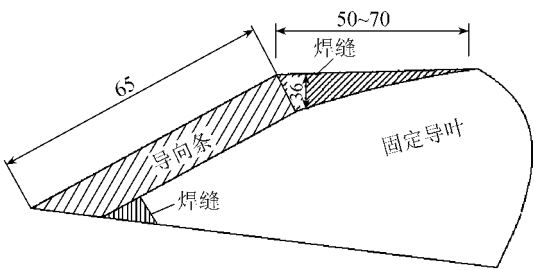


图 4 固定导叶焊缝(单位:mm)

4 解决方法

通过实践对 5 号机组的 12 根导向条裂纹进行处理,最终达到了相关的技术要求。采取的措施如下:①焊接方法采用钨极手工氩弧焊。②焊材选用与导向条相匹配的硅青铜焊丝——S211

(AWS A5.7 ERcUSi-A) 焊丝直径选取 2.0~3.0 mm 为宜。③焊接方式采用冷态焊法,首先对深度大的裂纹进行清根,然后再进行焊补处理,对焊角较高处的浅裂纹进行打磨圆滑过渡处理。

5 改良方案

a. 导向条的选材。①对于导向条,根据国内的行情,尽量选取青铜材质。②导向条不易整根安装,可分为 3 段安装;分段焊接可以有效释放部分焊接热应力,能尽量减少出现焊接裂纹趋向。③手工焊条焊接方式改用钨极手工氩弧焊。④建议取消塞焊孔(原设计图中每根导向条上均布 10 个 $\varnothing 24$ mm 的塞焊孔)工艺。

b. 导向的安装布置(可分多种)。①第 1 种是将铜条直接焊在阀体上,铜条与钢材焊接过渡量不宜过大,铜条的厚度尽量偏小、分段,可跟据相关强度计算,以能满足使用要求为宜。②第 2 种为活动布置,即将导向条用多个螺栓固定在筒体或导叶上,安装时只需控制固定部位的垂直度就行,这样导向条容易更换、处理。③第 3 种是采用螺栓固定和焊

接相接合的方式。这种方式焊角不宜过大且分段,选取 3~5 mm 的过渡焊角。安装方式可在筒体上,也可以在固定导叶上。

6 结 语

通过对 5 号机组筒阀导向条的安装,合理地调整了安装、焊接工艺,采用冷态焊接方式和焊条相匹配的焊丝对导向条进行施焊,有效地解决和控制了焊接时出现裂纹、夹渣和气孔等现象,加快了导向条的安装进度,为后续工作的顺利开展赢得了宝贵的时间,为本台机组提前发电创造了间接的经济效益。

参考文献:

[1] 通用电气亚洲水电设备有限公司. 厂家安装技术指导说明书[R]. 彭山: 中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局, 2010.
[2] 通用电气亚洲水电设备有限公司. 瀑布沟筒形阀工地组焊接工艺[R]. 彭山: 中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局, 2010.
[3] 焊接工艺规范 Welding Procedure Specification(WPS)[S].
(收稿日期 2011-07-10 编辑: 高建群)

(上接第 21 页)

开启流程为: ①监控系统检测筒形阀 PLC 是否正常,各部是否无故障,调速器接力器锁定投入。②以上条件满足后,由监控系统开启主油管供油电磁阀,发给筒形阀 PLC“准备开阀”命令。③再次判断筒形阀 PLC 是否正常,各部是否无故障。④满足条件后由监控系统发给筒形阀 PLC“开阀”命令,筒形阀处于开启状态。⑤筒形阀 PLC 根据安装于各接力器上的传感器反馈信号相比较,控制各比例阀供油量的大小。⑥当收到全开信号时,流程结束。

关闭流程为: ①由监控发给筒形阀 PLC“关阀”命令,筒形阀处于关闭状态。②筒形阀 PLC 根据安装于各接力器上的传感器反馈信号相比较,控制各比例阀供油量的大小。当收到全关信号时,流程结束。

在开启、关闭过程中,若出现筒形阀各接力器不同步的现象,则筒形阀停止当前操作,保持当前位置。因中外理念和环境要求不同,5 号机组筒形阀在调试期间出现过几次不同步现象,为应对筒形阀出现不同步造成阀体发卡现象,厂家特在控制面板增加单根接力器的操作方式,可手动对特定的接力器进行开启、关闭,从而使阀体平衡。

2.3 两家厂所提供产品各具特点

综上所述,国内外两家厂所提供的产品各有特点,6 号机组筒形阀采用的技术原理较简单,操作较

方便,造价便宜,实用,但其结构复杂,安装过程工序多、工期长。5 号机组筒形阀采用的技术先进,结构精简,安装方便、自动化程度较高,但对运行环境、基础条件要求较高,广泛应用性较差。

3 结 语

瀑布沟水电所采用的筒形阀基本反映出国内外产品的各自优缺点,望各厂在良好的市场环境下,取彼之长,补己之短,不断完善,使之达到新的辉煌。

(收稿日期 2011-07-10 编辑: 高建群)

